

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-330351

(43) 公開日 平成7年(1995)12月19日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 0 3 B 11/00 40/02	N			

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平6-118414

(22) 出願日 平成6年(1994)5月31日

(71) 出願人 000006633

京セラ株式会社  
京都府京都市山科区東野北井ノ上町5番地  
の22

(72) 発明者 山口 浩一

鹿児島県国分市山下町1番4号 京セラ株  
式会社総合研究所内

(72) 発明者 林 桂

鹿児島県国分市山下町1番4号 京セラ株  
式会社総合研究所内

(72) 発明者 大蔵 貴博

長野県岡谷市長地2800番地 京セラ株式会  
社長野岡谷工場内

(54) 【発明の名称】 光学素子製造金型

(57) 【要約】

【目的】 大気中で成形することができるとともに、離型膜自体の硬度を向上し、成形回数を大幅に向上することができる光学素子製造金型を提供する。

【構成】 金型本体の表面に離型膜を有する光学素子製造金型であって、前記離型膜を、下記 (a)、(b)、

(c) から選ばれる一種から構成した。

(a) 酸化クロムを50～99モル%と酸化タンタルを1～50モル%とからなるセラミック材料

(b) 窒化クロムを50～99モル%と窒化タンタルを1～50モル%とからなるセラミック材料

(c) 炭化クロムを50～99モル%と炭化タンタルを1～50モル%とからなるセラミック材料

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】金型本体の表面に離型膜を有する光学素子製造金型であって、前記離型膜を、下記 (a)、

(b)、(c) から選ばれる一種から構成したことを特徴とする光学素子製造金型。

(a) 酸化クロムを 50～99 モル%と酸化タンタルを 1～50 モル%とからなるセラミック材料

(b) 窒化クロムを 50～99 モル%と窒化タンタルを 1～50 モル%とからなるセラミック材料

(c) 炭化クロムを 50～99 モル%と炭化タンタルを 1～50 モル%とからなるセラミック材料

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、例えば、レンズやプリズム等の高精度のガラス光学素子をプレス成形により製造するための光学素子製造金型に関するものである。

## 【0002】

【従来技術】近年では、レンズやプリズム等のガラス光学素子を製造するのに、加熱軟化したガラス素材を成形金型によりプレス成形する方法が急速に発展している。この方法で使用される成形金型の光学機能面には、高温で軟化したガラスの成形金型への融着を防ぎ、高精度に加工された成形金型を保護するための離型膜が形成されている。この離型膜には、成形金型との密着性、ガラスとの離型性、耐酸性、平滑性、高硬度等の膜特性が要求される。

【0003】そして、従来、これらの要求に対して金属、セラミックス等の成形金型に種々の材料をコーティングし、離型膜を形成する多くの提案がなされている。

【0004】例えば、特公平 3-61617 号公報にはセラミックよりなる基体の表面に炭化ケイ素 (SiC) を被覆し、その上に窒化ホウ素等の窒化物を被覆してなる光学素子成形金型が提案されている。この公報に開示されるように、高硬度窒化ホウ素膜や高硬度炭素膜を離型膜として使用した場合、光学機能面を有する成形金型の耐久性を改善することができる。

【0005】また、FC Report 10(1992) No. 8 には、アルミナ基板上に 500  $\mu$ m の酸化クロムの厚膜を拡散接合した光学素子製造金型が提案されている。

## 【0006】

【発明が解決しようとする問題点】しかしながら、ガラスのプレス成形は高温高压下で行われるため、1000 回程度のプレス成形の繰り返しの間に酸化反応またはガラスとの反応により離型膜が消耗し、成形されたガラス光学素子の表面精度が低下し、これにより、高精度が要求される非球面レンズ用の成形金型としては使用できなくなるといった問題があった。

【0007】また、特公平 3-61617 号公報では、成形時に離型膜の酸化防止のために成形金型近傍を窒素等の非酸化性雰囲気にする必要があった。

【0008】さらに、FC Report 10(1992) No. 8 に開示される光学素子製造金型では、光学素子の成形を大気中で行うことができるが、金型の成形面の硬度が低いために成形面にキズが生じたり、変形し、成形金型の光学機能面を損ねるといった問題があった。

## 【0009】

【問題点を解決するための手段】本発明者等は、上記のような問題点について鋭意検討した結果、離型膜を、酸化クロムと酸化タンタル、窒化クロムと窒化タンタル、炭化クロムと炭化タンタルから構成することにより、大気中において成形することができるとともに、離型膜自体の硬度を向上し、成形回数を大幅に向上することができるを見出し、本発明に至った。

【0010】即ち、本発明の光学素子製造金型は、金型本体の表面に離型膜を有する光学素子製造金型であって、前記離型膜を、下記 (a)、(b)、(c) から選ばれる一種から構成したものである。

【0011】(a) 酸化クロムを 50～99 モル%と酸化タンタルを 1～50 モル%とからなるセラミック材料

(b) 窒化クロムを 50～99 モル%と窒化タンタルを 1～50 モル%とからなるセラミック材料

(c) 炭化クロムを 50～99 モル%と炭化タンタルを 1～50 モル%とからなるセラミック材料

離型膜を、酸化クロム ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) を 50～99 モル%と酸化タンタル ( $\text{Ta}_2\text{O}_5$ ) を 1～50 モル%から構成したのは、 $\text{Cr}_2\text{O}_3$  が 50 モル%よりも少ない場合 (酸化タンタルが 50 モル%よりも多い場合) や、 $\text{Cr}_2\text{O}_3$  が 99 モル%よりも多い場合 ( $\text{Ta}_2\text{O}_5$  が 1 モル%よりも少ない場合) には、ヌーブ硬度および大気中での成形回数が減少するからである。

【0012】この離型膜は、例えば、イオンプレーティング装置内に金型本体をセットし、真空ポンプにて真空引きし、金型本体に所定のバイアス電圧を印加しながら、 $\text{O}_2 + \text{Ar}$  ガスを高周波コイルでプラズマ化し、このイオンを金型本体の光学機能面に照射するとともに、光学機能面に金属クロムと金属タンタルを電子ビームで真空蒸着することにより得られる。

【0013】また、本発明の光学素子製造金型は、金型本体の表面に離型膜を有する光学素子製造金型であって、前記離型膜を、窒化クロム ( $\text{CrN}$ ) を 50～99

モル%と窒化タンタル ( $\text{TaN}$ ) を 1～50 モル%から構成するか、または、炭化クロム ( $\text{Cr}_2\text{C}$ ) を 50～99 モル%と炭化タンタル ( $\text{Ta}_2\text{C}$ ) を 1～50 モル%から構成することもできる。これらの離型膜の表面には、さらに、 $\text{Cr}_2\text{O}_3$  を 50～99 モル%と  $\text{Ta}_2\text{O}_5$  を 1～50 モル%とからなる外側層が形成されていることが望ましい。また、窒化クロムと窒化タンタルからなる離型膜や炭化クロムと炭化タンタルからなる離型膜が成形中に酸化し、離型膜の最外層が酸化している場合もある。 $\text{CrN}$  と  $\text{TaN}$ 、 $\text{Cr}_2\text{C}$  と  $\text{Ta}_2\text{C}$ 、 $\text{Cr}_2\text{O}$

3

3 と  $Ta_2O_5$  は必ずしも離型膜中に結晶として存在する必要はなく、それぞれの化合物に換算して上記したような範囲で存在していることを意味する。即ち、酸化クロムは、 $Cr_2O_3$  に換算し、酸化タンタルは  $Ta_2O_5$  に換算し、さらに窒化クロムは  $CrN$  に、窒化タンタルは  $TaN$  に、さらにまた炭化クロムは  $Cr_2C$  に、炭化タンタルは  $Ta_2C$  に換算して上記範囲で存在している。

【0014】離型膜を、 $CrN$  を 50~99 モル% と  $TaN$  を 1~50 モル% から構成したのは、 $CrN$  が 50 モル% よりも少ない場合 ( $TaN$  が 50 モル% よりも多い場合) や、 $CrN$  が 99 モル% よりも多い場合 ( $TaN$  が 1 モル% よりも少ない場合) には、ヌープ硬度および大気中での成形回数が減少するからである。離型膜を、 $Cr_2C$  を 50~99 モル% と  $Ta_2C$  を 1~50 モル% から構成したのは、上記と同様に、 $Cr_2C$  が 50 モル% よりも少ない場合 ( $Ta_2C$  が 50 モル% よりも多い場合) や、 $Cr_2C$  が 99 モル% よりも多い場合 ( $Ta_2C$  が 1 モル% よりも少ない場合) には、ヌープ硬度および大気中での成形回数が減少するからである。

【0015】 $CrN$  と  $TaN$  からなる離型膜は、例えば、イオン照射と真空蒸着が可能な装置内に金型本体をセットし、真空ポンプにて真空引きし、金型本体に所定のバイアス電圧を印加しながら、 $N_2^+$  と  $Ar^+$  イオンを金型本体の光学機能面に照射するとともに、光学機能面に金属クロムと金属タンタルを電子ビームで真空蒸着することにより得られる。そして、この離型膜の表面に、 $Cr_2O_3$  と  $Ta_2O_5$  からなる外側層を形成するには、 $N_2^+$  と  $Ar^+$  イオンの代わりに  $O_2^+$  と  $Ar^+$  イオンを離型膜表面に照射するとともに、離型膜表面に金属クロムと金属タンタルを電子ビームで真空蒸着することにより得られる。この外側層は、膜剥離という理由から 1~100 nm の厚みを有することが望ましい。

【0016】また、 $Cr_2C$  と  $Ta_2C$  からなる離型膜は、 $C^+$  と  $Ar^+$  イオンを用いる点以外は上記  $CrN$  と  $TaN$  からなる離型膜の製造方法と同様の方法により作製される。

【0017】本発明においては、離型膜は金型本体の光学機能面に形成することが望ましい。この金型本体の光学機能面は、金型本体に、窒化ホウ素、窒化クロム、炭化クロム、酸化クロム、窒化ケイ素、炭化ケイ素、炭素、白金、超硬合金のうちの少なくとも一種の膜を形成し、その表面を光学機能面としてもよいし、また、金型本体やその成形面を窒化ホウ素、窒化クロム、炭化クロム、酸化クロム、窒化ケイ素、炭化ケイ素、炭素、白金、超硬合金のうちの少なくとも一種により構成し、その表面を光学機能面としても良い。

【0018】これらのうち、金型本体の光学機能面は、耐熱性と高熱伝導性という理由から、炭化ケイ素 ( $SiC$ ) により形成され、この光学機能面の表面に離型膜を

4

形成することが望ましい。

【0019】ところで、非球面レンズの場合、表面精度が数 nm のオーダーであるため、金型本体の光学機能面は同じレベルの表面精度を有することが必要であり、また、この表面精度を離型膜に反映させるため、光学機能面とはほぼ同様のレベルの表面精度を有するように、本発明における離型膜の膜厚は 20 nm 以下であることが望ましい。

【0020】また、本発明は、離型膜を、酸化クロムと酸化タンタルから構成するか、窒化クロムと窒化タンタルから構成するか、或いは炭化クロムと炭化タンタルから構成したものであるが、他の不純物成分を少量含有してもよい。

【0021】

【作用】本発明の光学素子製造金型において、 $Cr_2O_3$ 、 $CrN$ 、 $Cr_2C$  は光学ガラスに殆ど固溶しない特徴を有しており、 $Ta_2O_5$ 、 $TaN$ 、 $Ta_2C$  もほぼ同様の効果を有し、固溶または混合することにより高硬度となるので離型膜自体の硬度を向上し、成形回数を大幅に向上することが可能となる。また、これらの離型膜は耐酸化性に優れているので、大気中でガラス成形することができる。

【0022】

【実施例】以下、本発明の光学素子製造金型を図面を用いて詳細に説明する。

【0023】実施例 1

図 1 および図 2 は、本発明の光学素子製造金型の一実施例を示す縦断面図である。図 1 において、符号 1 は上型を示しており、この上型 1 の下方には下型 2 が配置されている。これらの上型 1 および下型 2 は金型本体を構成しており、例えば、 $SiC$  からなるセラミックスから構成されている。

【0024】上型 1 および下型 2 の表面には、図示しないが、それぞれ膜厚 100  $\mu m$  の  $SiC$  からなる下地層 3 が CVD 法により形成されている。これらの下地層 3 の表面は表面粗さ  $Ra = 1 nm$  以下に鏡面仕上げされており、この表面が光学機能面 4 とされている。

【0025】そして、上型 1 および下型 2 の光学機能面 4 には  $Cr_2O_3$  と  $Ta_2O_5$  からなり、膜厚 1  $\mu m$  の離型膜 5 が形成されている。

【0026】このような離型膜 5 は、図 3 に示すようなイオンプレーティング装置で行った。即ち、下地層 3 が形成された型 1, 2 をイオンプレーティング装置にセットし、真空ポンプにて真空引きした。金属  $Cr$ 、金属  $Ta$  をそれぞれハース 6 にセットし、型 1, 2 に -500 eV のバイアス電圧を印加させながら、電子ビームを金属  $Cr$ 、金属  $Ta$  に照射し、型 1, 2 に真空蒸着するとともに、 $O_2 + Ar$  ガスを RF コイル 7 でプラズマ化することにより、 $Cr_2O_3$  と  $Ta_2O_5$  からなる離型膜 5 を生成した。

【0027】 以上のように構成された光学素子製造金型では、型1, 2の表面に $\text{Cr}_2\text{O}_3$ と $\text{Ta}_2\text{O}_5$ からなる離型膜5が形成されているので、大気中で成形することができるとともに、 $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Ta}_2\text{O}_5$ は光学ガラスに殆ど固溶せず、さらに高い硬度を有しているため、離型膜自体の硬度を向上し、大気中での成形回数を大幅に向上することが可能となる。

【0028】 本発明者等は、本発明の効果を確認するため、

\*め、電子ビーム蒸着用の金属Crと金属Taの合金組成を表1に示すように変化させ、離型膜自体の組成を変化させた場合について、荷重10gという条件でヌープ硬度を測定し、BK7の光学ガラスの大気中での成形回数を調べた。離型膜の組成をX線光電子分光分析(XPS)によって測定した。その結果を表1に示す。

【0029】

【表1】

試料 番号	電子E- $\mu$ 蒸着用 合金組成 (%)		離型膜の組成 (at%)		下 地	ヌープ 硬度 kg/mm <sup>2</sup>	大気中 成形回 数 (回)
	金属Cr	金属Ta	$\text{Cr}_2\text{O}_3$	$\text{Ta}_2\text{O}_5$			
* 1	100	0	100	0	SiC	2000	500
2	90	10	99	1	SiC	3100	1000
3	80	20	90	10	SiC	3500	2000
4	60	40	75	25	SiC	3400	2000
5	40	60	50	50	SiC	3400	2000
* 6	20	80	45	55	SiC	2500	600
7	80	20	90	10	WC-Co	3500	1500

\*印は本発明の請求範囲外を示す。

【0030】 この表1から、本発明の光学素子製造金型では、ヌープ硬度が3100kg/mm<sup>2</sup>以上、大気中での成形回数が1000回以上であり、優れた特性を有することが判る。尚、大気中での成形回数は、離型膜が消耗し、成形されたガラス光学素子の表面に50 $\mu$ m以上の欠陥が検出されるまでの回数である。

【0031】 実施例2

離型膜をCrNとTa<sub>2</sub>Nから構成する以外は、上記実施例1と同様にして光学素子製造金型を形成した。

【0032】 このような離型膜は、図4に示すようなイオン照射と真空蒸着を同時に行える装置により行った。即ち、下地層が形成された型1, 2をイオン照射と真空蒸着を同時に行える装置内にセットし、真空ポンプにて真空引きした。金属Cr, 金属Taをそれぞれハース6にセットし、型1, 2に-500eVのバイアス電圧を印加させながら、電子ビームを金属Cr, 金属Taに照

射し、型1, 2に真空蒸着するとともに、N<sub>2</sub><sup>+</sup>とAr<sup>+</sup>イオンを型1, 2表面に照射することにより、CrNとTa<sub>2</sub>Nからなる離型膜5を生成した。

【0033】 このような光学素子製造金型でも、上記実施例1と同様に、大気中で成形することができるとともに、CrN, Ta<sub>2</sub>Nが光学ガラスに殆ど固溶せず、さらに高い硬度を有しているため、離型膜自体の硬度を向上し、成形回数を大幅に向上することが可能となる。

【0034】 本発明者等は、本発明の効果を確認するため、金属Cr, 金属Taの蒸着速度を表2に示すように変化させ、離型膜自体の組成を変化させた場合について、ヌープ硬度及び大気中での成形回数を調べた。測定条件については上記実施例1と同様である。その結果を表2に示す。

【0035】

【表2】

試料 番号	蒸着速度 (Å/s)		離型膜の組成 (at%)		外側層の組成 (at%)		外側層 厚さ (nm)	下地	V- 硬度 kg/mm <sup>2</sup>	大気中 成形回 数(回)
	金属Cr	金属Ta	CrN	TaN	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>				
* 8	20	—	100	—	—	—	—	SiC	2000	500
9	19	1	99	1	—	—	—	SiC	3200	1200
10	17	3	90	10	—	—	—	SiC	3600	1500
11	15	5	75	25	—	—	—	SiC	3500	1500
12	12	8	50	50	—	—	—	SiC	3000	1600
* 13	7	13	45	55	—	—	—	SiC	1700	600
14	18	2	95	5	90	10	5	SiC	3400	2000
15	18	2	95	5	90	10	10	SiC	3400	2000
16	18	2	95	5	90	10	20	SiC	3000	2000
17	18	2	95	5	70	30	10	SiC	3200	1800
18	18	2	95	5	55	45	10	SiC	3100	1800
19	13	7	60	40	99	1	10	SiC	3200	1900
20	13	7	60	40	80	20	10	SiC	3000	1900
21	13	7	60	40	80	20	10	Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	3000	1900
22	13	7	60	40	80	20	10	WC-Co	3000	1900

\*印は本発明の請求範囲外を示す。

【0036】この表2から、本発明の光学素子製造金型では、硬度が3000kg/mm<sup>2</sup>以上、大気中での成形回数が1200回以上であり、優れた特性を有することが判る。尚、大気中での成形回数は、離型膜が消耗し、成形されたガラス光学素子の表面に50μm以上の欠陥が検出されるまでの回数である。

【0037】尚、試料No. 14～22は、離型膜の表面に、酸化クロムと酸化タンタルからなる外側層を形成した例であり、この場合には大気中での成形回数をさらに向上することができる。

【0038】実施例3

30 【表3】

\*

試料 番号	蒸着速度 (Å/s)		離型膜の組成 (at%)		外側層の組成 (at%)		外側層 厚さ (nm)	下地	V- 硬度 kg/mm <sup>2</sup>	大気中 成形回 数(回)
	金属Cr	金属Ta	Cr <sub>2</sub>	TaC	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>				
* 23	20	—	100	—	—	—	—	SiC	2500	600
24	18	2	99	1	—	—	—	SiC	3000	1200
25	17	3	90	10	—	—	—	SiC	3200	1300
26	15	5	75	25	—	—	—	SiC	3400	1800
27	13	7	60	40	—	—	—	SiC	3100	1400
28	12	8	50	50	—	—	—	SiC	3000	1400
* 29	10	10	45	55	—	—	—	SiC	2800	700
30	18	2	99	1	90	10	10	SiC	3400	1900
31	15	5	75	25	90	10	10	SiC	3500	2000

\*印は本発明の請求範囲外を示す。

【0040】この表3から、本発明の光学素子製造金型では、硬度が3000kg/mm<sup>2</sup>以上、大気中での成形回数が1200回以上であり、優れた特性を有することが判る。

【0041】

\*C<sup>+</sup>とAr<sup>+</sup>イオンを用いる点以外は、上記実施例2のCrNとTaNからなる離型膜の製造方法と同様の方法でCr<sub>2</sub>CとTa<sub>2</sub>Cからなる離型膜を作製したものである。そして、本発明者は、金属Cr、金属Taの蒸着速度を表3に示すように変化させ、離型膜自体の組成を変化させた場合について、ヌーブ硬度及び大気中での成形回数を調べた。測定条件については上記実施例1と同様である。その結果を表3に示す。

【0039】

【発明の効果】以上詳述した通り、本発明の光学素子製造金型では、Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、CrN、Cr<sub>2</sub>C、Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、TaN、Ta<sub>2</sub>Cは光学ガラスに殆ど固溶しない特徴を有しており、さらにTa<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、TaN、Ta<sub>2</sub>CはCr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、CrN、Cr<sub>2</sub>Cと固溶または混合して

高硬度となるため、大気中で成形することができるとともに、離型膜自体の硬度を向上し、成形回数を大幅に向上することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の光学素子製造金型を示す断面図である。

【図 2】 図 1 の一部を拡大して示す断面図である。

【図 3】  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  と  $\text{Ta}_2\text{O}_5$  からなる離型膜を生成するためのイオンプレーティング装置の模式図である。

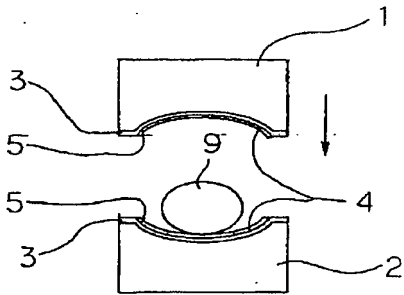
【図 4】  $\text{CrN}$  と  $\text{Ta}_2\text{N}$ 、 $\text{Cr}_2\text{C}$  と  $\text{Ta}_2\text{C}$  からなる離型膜を生成するための装置の模式図である。

【符号の説明】

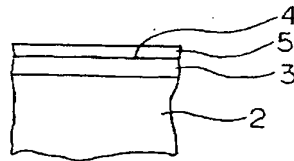
1、2 型

5 離型膜

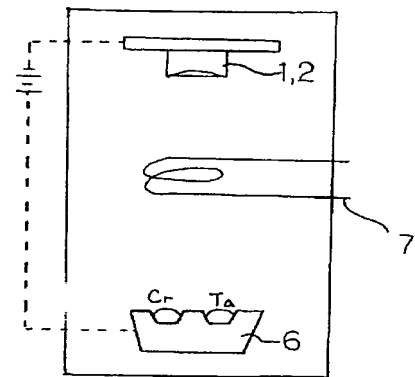
【図 1】



【図 2】



【図 3】



【図 4】

